

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001320329
 PUBLICATION DATE : 16-11-01

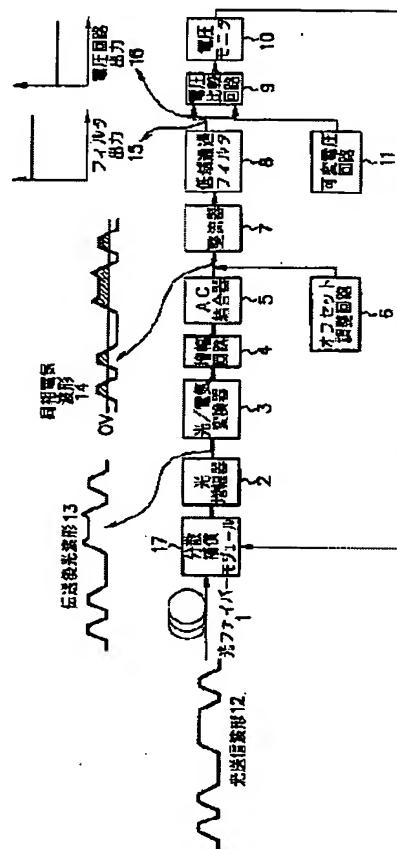
APPLICATION DATE : 10-05-00
 APPLICATION NUMBER : 2000142321

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : MORIBAYASHI SHIGERU;

INT.CL. : H04B 10/02 H04B 10/18 H04L 25/02

TITLE : DEVICE AND METHOD FOR
 DETECTING PULSE DISTORTION,
 AND RECORDING MEDIUM WITH
 PROGRAM RECORDED THEREON



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To simply detect the distorted state of a received optical pulse signal.

SOLUTION: A post-transmission optical waveform 13 is controlled by an optical amplifier 2 so that output power is a constant level, converted into an electrical signal by O/E converter 3 and controlled by an amplifier circuit 4 so that power is a constant level, and a direct current component is eliminated by an AC coupler 5. Next, the slanted line part of an in-phase electricity waveform 14 is inputted to a lowpass filter 8 by an offset adjustment circuit 6 and a rectifier 7. Next, a voltage comparison circuit 9 compares a voltage circuit output 16 decided by a variable voltage circuit 11 with a filter output 15 of the filter 8, and it can be detected whether a pulse distortion is due to pulse compression or pulse expansion, in such a manner that a voltage monitor 10 monitors the comparison output. Adverse effects due to automatic dispersion compensation and nonlinear optics by feedbacking a value detected by the monitor 10 to a dispersion compensation module 17 and by controlling the gain of the optical signal.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-320329

(P2001-320329A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(51) Int.Cl.⁷
H 04 B 10/02
10/18
H 04 L 25/02
3 0 2
3 0 3

識別記号

F I
H 04 L 25/02
H 04 B 9/00

テマコード(参考)
3 0 2 C 5 K 0 0 2
3 0 3 A 5 K 0 2 9
M

審査請求有 請求項の数15 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願2000-142321(P2000-142321)

(22) 出願日 平成12年5月10日 (2000.5.10)

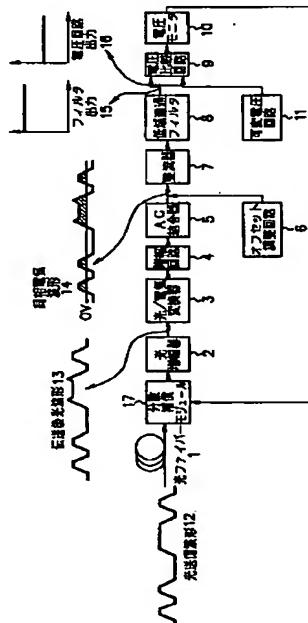
(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72) 発明者 森林 茂
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(74) 代理人 100084250
弁理士 丸山 隆夫
Fターム(参考) 5K002 CA01 DA05 DA07 FA01
5K029 AA18 CC04 DD02 JJ01 KK21
KK25 KK26 LL01

(54) 【発明の名称】 パルス歪み検出装置、方法及びプログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 受信した光パルス信号の歪みの状態を簡単に検出できるようにする。

【解決手段】 伝送後光波形13は光増幅器2により出力パワーが一定になるよう制御され、光/電気変換器3で電気信号に変換され、増幅回路4でパワーが一定になるよう制御され、AC結合器5で直流成分が除去される。次に、オフセット調整回路6と整流器7により同相電気波形14の斜線部が低域透過フィルタ8に入力される。次に、可変電圧回路11により決められる電圧回路出力16と、低域透過フィルタ8のフィルタ出力15が電圧比較回路9により比較され、その比較出力を電圧モニタ10でモニタすることにより、パルス歪みの状態がパルス圧縮かパルス拡張かを検出できる。また、電圧モニタ10で検出した値を分散補償モジュール17にフィードバックし、光信号の利得を制御することにより、自動分散補償及び非線形光学効果による影響を除去することもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力される光パルス信号を電気的なパルス信号に変換する変換手段と、

前記変換されたパルス信号の歪みの状態がパルス圧縮であるかパルス拡張りかを検出し、検出した状態に応じたレベルの信号を出力する検出手段とを設けたことを特徴とするパルス歪み検出装置。

【請求項2】 前記検出手段は、

前記変換されたパルス信号の直流成分を除去する除去手段と、

前記直流成分を除去されたパルス信号を整流する整流手段と、

前記整流手段のターンオフ電圧を調整する調整手段と、前記整流された信号が通過する低域通過フィルタ手段と、

所望の電圧を出力する可変電圧出力手段と、

前記可変電圧出力手段の出力電圧と前記低域通過フィルタ手段の出力電圧とを比較する電圧比較手段とからなることを特徴とする請求項1記載のパルス歪み検出装置。

【請求項3】 前記変換手段は、前記入力される光パルス信号と同相のパルス信号と逆相のパルス信号とを出力するようになされ、

前記検出手段は、

前記同相及び逆相のパルス信号の直流成分を除去する2つの除去手段と、

前記直流成分を除去された各パルス信号を整流する2つの整流手段と、

前記各整流手段のターンオフ電圧を調整する調整手段と、

前記整流された各信号が通過する2つの低域通過フィルタ手段と、

前記各低域通過フィルタ手段の出力電圧を比較する電圧比較手段とからなることを特徴とする請求項1記載のパルス歪み検出装置。

【請求項4】 前記検出手段は、

前記変換されたパルス信号の直流成分を除去する除去手段と、

前記直流成分を除去されたパルス信号を整流する2つの整流手段と、

前記各整流手段のターンオフ電圧を調整する調整手段と、

前記整流された各信号が通過する2つの低域通過フィルタ手段と、

一方の低域通過フィルタ手段の出力を反転する反転手段と、

前記反転手段の反転出力と他方の低域通過フィルタ手段の出力電圧とを比較する電圧比較手段とからなることを特徴とする請求項1記載のパルス歪み検出装置。

【請求項5】 前記検出手手段の検出出力に応じて前記入力される光パルス信号の利得を制御する制御手段を設け

たことを特徴とする請求項1記載のパルス歪み検出装置。

【請求項6】 入力される光パルス信号を電気的なパルス信号に変換する変換手順と、

前記変換されたパルス信号の歪みの状態がパルス圧縮であるかパルス拡張りかを検出し、状態に応じたレベルの信号を出力する検出手順とを設けたことを特徴とするパルス歪み検出方法。

【請求項7】 前記検出手順は、

10 前記変換されたパルス信号の直流成分を除去する除去手段と、

前記直流成分を除去されたパルス信号を整流する整流手段と、前記整流手順におけるターンオフ電圧を調整する調整手順と、

前記整流された信号の低域成分を通過させる低域通過手順と、

所望の電圧を出力する電圧出力手順と、

前記電圧出力手順による出力電圧と前記低域通過手順による出力電圧とを比較する比較手順とからなることを特徴とする請求項6記載のパルス歪み検出方法。

【請求項8】 前記変換手順により前記入力される光パルス信号と同相のパルス信号と逆相のパルス信号とを出力し、

前記検出手順は、

前記同相及び逆相のパルス信号の直流成分をそれぞれ除去する除去手順と、

前記直流成分を除去された各パルス信号をそれぞれ整流する整流手順と、

前記整流手順におけるターンオフ電圧を調整する調整手順と、

前記整流された各信号の低域成分をそれぞれ通過させる低域通過手順と、

前記低域通過手順の各出力電圧を比較する比較手順とからなることを特徴とする請求項6記載のパルス歪み検出方法。

【請求項9】 前記検出手順は、

前記変換されたパルス信号の直流成分を除去する除去手段と、

前記直流成分を除去されたパルス信号を整流して2つの整流出力を得る整流手順と、

前記各整流手順におけるターンオフ電圧を調整する調整手順と、

前記整流された各信号の低域成分をそれぞれ通過させる低域通過手順と、

一方の低域通過出力を反転する反転手順と、

前記反転出力と他方の低域通過出力電圧とを比較する比較手順とからなることを特徴とする請求項6記載のパルス歪み検出方法。

50 【請求項10】 前記検出手順による検出出力に応じて

前記入力される光パルス信号の利得を制御する制御手順を設けたことを特徴とする請求項6記載のパルス歪み検出方法。

【請求項11】 入力される光パルス信号を電気的なパルス信号に変換する変換処理と、

前記変換されたパルス信号の歪みの状態がパルス圧縮であるかパルス拡張かを検出し、状態に応じたレベルの信号を出力する検出処理とを実行するためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項12】 前記検出処理は、

前記変換されたパルス信号の直流成分を除去する除去処理と、

前記直流成分を除去されたパルス信号を整流する整流処理と、

前記整流処理におけるターンオフ電圧を調整する調整処理と、

前記整流された信号の低域成分を通過させる低域通過処理と、

所望の電圧を出力する電圧出力処理と、

前記電圧出力処理による出力電圧と前記低域通過処理による出力電圧とを比較する比較処理とからなることを特徴とする請求項11記載のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項13】 前記変換処理により前記入力される光パルス信号と同相のパルス信号と逆相のパルス信号とを出力し、前記検出処理は、

前記同相及び逆相のパルス信号の直流成分をそれぞれ除去する除去処理と、

前記直流成分を除去された各パルス信号をそれぞれ整流する整流処理と、

前記整流処理におけるターンオフ電圧を調整する調整処理と、

前記整流された各信号の低域成分をそれぞれ通過させる低域通過処理と、

前記低域通過手順の各出力電圧を比較する比較処理とからなることを特徴とする請求項11記載のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項14】 前記検出処理は、

前記変換されたパルス信号の直流成分を除去する除去処理と、

前記直流成分を除去されたパルス信号を整流して2つの整流出力を得る整流処理と、

前記各整流処理におけるターンオフ電圧を調整する調整処理と、

前記整流された各信号の低域成分をそれぞれ通過させる低域通過処理と、

一方の低域通過出力を反転する反転処理と、

前記反転出力と他方の低域通過出力電圧とを比較する比較処理とからなることを特徴とする請求項11記載のブ

ログラムを記録した記録媒体。

【請求項15】 前記検出処理による検出出力に応じて前記入力される光パルス信号の利得を制御する制御処理を実行するためのプログラムを記録したことを特徴とする請求項11記載のプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システムにおける光パルスの歪みの状態を検出するパルス歪み検出

10 装置、方法及びそれらに用いられるプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、光ファイバ通信システムの光伝送路として用いられる光ファイバは波長分散特性を有する。波長分散特性は、光信号の伝搬時間が波長によって異なる特性である。波長分散特性を有する光ファイバ中を伝搬するデジタル光信号は、その伝送速度が増加するに従い、又は光ファイバの伝送距離が長くなるに従い、伝送後の光波形が劣化する。典型的なシングルモード光ファイバの波長分散特性は、波長分散値=17 ps/nm/km@波長1.55 μmの程度である。

20 【0003】この光ファイバ80 kmで、例えば伝送速度10 Gbit/sのデジタル信号を伝搬させた場合、伝送特性は多大な影響を受け、伝送後の光波形は波長分散のため大きく歪む。その結果、受信されるデジタル波形は、マークとスペースの判別がつかなくなるため、誤り率の十分小さい良好な品質での光伝送が不可能となる。

30 【0004】この波長分散による波形歪みを補正する手段として、光ファイバの分散を補償する、即ち、光ファイバの分散量と絶対値が等しく符号が逆の分散値を有する光デバイスを光ファイバに挿入する方法が検討されている。一般に、分散補償デバイスには、分散値が伝送路と逆符号となる分散補償ファイバやチャーブト・グレーティングが用いられている。

30 【0005】これらのデバイスを用いて分散補償を行う場合には、伝送路の総分散量と分散補償デバイスの補償量とを一致させる必要がある。伝送路分散量と送信器の変調器が有するチャーブ特性との相関関係により、波形歪みの状態は異なる。

40 【0006】図6に変調器のチャーブ特性と伝送路分散量による波形歪みの関係を示す。一例として、変調器のチャーブ特性が正で、伝送路分散量が正であるとき、図6(a)に示すように波形は拡がる傾向に歪む。また、変調器のチャーブ特性が正で、伝送路分散量が負であるとき、図6(b)に示すように波形は圧縮する傾向に歪む。このように、伝送路分散により波形が歪み、これにより受信感度の劣化が生じる。

50 【0007】一方、分散補償量と伝送路の総分散量とが一致した場合、(図6(b)、(e)、(h)の場合)

受信波形は光送信部波形と同等の波形となり、光受信部で感度劣化のない良好な光伝送が実現される。即ち、分散補償を行う場合においては、伝送路の総分散量と分散補償量とを一致させることが重要となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のように伝送路の総分散量と分散補償量とを一致させるためには、伝送路の分散量を知る必要がある。このためには、受信パルス歪みの状態を検出する必要がある。また光伝送システムにおいては、非線形光学効果による影響によってもパルス歪みを生じさせ、これにより伝送距離が制限される。以上のことから、パルス歪みを補正するためには、光線路を伝搬した光信号の歪みを検出することは重要な課題である。

【0009】尚、分散補償を行う技術が、例えば特開平8-256106号公報、特開平8-265256号公報、特開平10-213714号公報及び特開平11-136186号公報等に開示されている。

【0010】本発明は上記の実情に鑑みてなされたものであり、光パルス信号の歪み状態を容易に検出できるようすることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明によるパルス歪み検出装置においては、入力される光パルス信号を電気的なパルス信号に変換する変換手段と、変換されたパルス信号の歪みの状態がパルス圧縮であるかパルス拡がりかを検出し、状態に応じたレベルの信号を出力する検出手段とを設けている。

【0012】また、本発明によるパルス歪み検出方法においては、入力される光パルス信号を電気的なパルス信号に変換する変換手順と、変換されたパルス信号の歪みの状態がパルス圧縮であるかパルス拡がりかを検出し、状態に応じたレベルの信号を出力する検出手順とを設けている。

【0013】また、本発明によるプログラムを記録した記録媒体においては、入力される光パルス信号を電気的なパルス信号に変換する変換処理と、変換されたパルス信号の歪みの状態がパルス圧縮であるかパルス拡がりかを検出し、状態に応じたレベルの信号を出力する検出処理とを実行するためのプログラムを記録している。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面と共に説明する。本実施の形態は、光通信システムに適用され、光受信器で受信される光パルスの歪みの状態を検出するものである。図2に示すように、パルス歪みによりパルス圧縮又はパルス拡がりが生じる。これらの歪みは、前述した光ファイバが持つ分散による影響や、光通信システムにおける非線形光学効果による影響等が原因で生じる。

【0015】本実施の形態は、図5に示すように、光フ

5
アイバ1を伝搬した光送信波形12にパルス歪みを生じ、光増幅器2に入力されたとき、光/電気変換器3により光パルスが電気パルスに変換され、パルス歪み検知回路18によりパルス歪みを検出し、検出値を電圧モニタ10によりモニタできる特徴を有する。このとき、パルス歪みの原因が、分散及び非線形光学効果、どちらの影響によるものであっても、検出が可能であるという特徴も有する。また電圧モニタ10で検出した値を分散補償モジュール17にフィードバックし制御することにより、自動分散補償を行うこともできる。

【0016】図1は本発明の第1の実施の形態によるパルス歪み検出装置を示すブロック図である。図1において、パルス歪み検出装置は、光ファイバ1と光増幅器2と光/電気変換器3と増幅回路4とAC結合器5とオフセット調整回路6と整流器7と低域通過フィルタ8と電圧比較回路9と電圧モニタ10と可変電圧回路11から構成される。

【0017】次に動作の概略を説明する。光ファイバ1を介して伝搬された光送信波形12が、分散及び非線形光学効果の影響により、伝送後光波形13のようにパルス歪みが生じた場合を例に説明する。伝送後光波形13は光増幅器2により、出力パワーが一定になるように制御され、光/電気変換器3で電気信号に変換され、増幅回路4でパワーが一定になるように制御され、AC結合器5で直流成分が除去される。次に、オフセット調整回路6と整流器7により同相電気波形14の斜線部が低域通過フィルタ8に入力される。

【0018】次に、可変電圧回路11により決められる電圧回路出力16と、低域通過フィルタ8のフィルタ出力15が電圧比較回路9により比較され、その差分出力を電圧モニタ10でモニタすることにより、パルス歪みの状態を検出できる。また、電圧モニタ10で検出した値を分散補償モジュール17にフィードバックし、入力される光信号の利得を制御することにより、自動分散補償及び非線形光学効果による影響を低減することもできる。

【0019】次に、さらに詳細な動作について説明する。光ファイバ1の伝送後光波形13が分散や非線形光学効果等の影響により歪む場合、図2(a)、(c)に示すように、パルス圧縮又はパルス拡がりとなって表れる。マーク率1/2でデューティ比50%の理想的な光パルス信号が送信される場合、図2(a)に示すように、パルス圧縮ではマーク成分が増大し、逆に図2(c)に示すように、パルス拡がりではマーク成分が減少する。

【0020】それぞれの場合について、本実施の形態の動作を説明をする。図1において、まず、図2(b)に示すようにパルス歪みのない光パルス信号を光増幅器2に入力する。光増幅器2により出力パワーが一定に制御された光パルス信号が光/電気変換器3で電気パルス信

50

号に変換され、増幅回路4で出力パワーを一定に制御した電気パルス信号となり、AC結合器5で直流成分が除去される。次に、オフセット調整回路6から整流器7のターンオン電圧が印加され、整流器7から半波整流された信号が得られ、低域通過フィルタ8で直流電圧値のフィルタ出力15に変換される。

【0021】ここで、フィルタ出力15の電圧値と、可変電圧回路11の電圧値が等しくなるように電圧回路出力16を設定する。この状態を初期設定状態とする。増幅器2に入力される光波形が図2(a)に示すバルス圧縮の場合は、マーク成分が増大するため、フィルタ出力15は電圧回路出力16より大きくなる。逆に図2(c)に示すバルス拡張の場合は、マーク成分が減少するため、フィルタ出力15は電圧回路出力16より小さくなる。

【0022】この関係を電圧比較回路9を介して電圧モニタ10で電圧値として検出することにより、バルス歪みの状態を検出することができる。さらに、電圧モニタ10で検出した値を分散補償モジュール17にフィードバックし制御することにより、自動分散補償及び非線形光学効果による影響を低減することもできる。

【0023】図3は本発明の第2の実施の形態によるバルス歪み検出装置を示すブロック図である。図3において、本実施の形態によるバルス歪み検出装置は、光増幅器2と光/電気変換器3と増幅回路4とAC結合器5a、5bとオフセット調整回路6と整流器7a、7bと低域通過フィルタ8a、8bと電圧比較回路9と電圧モニタ10から構成される。

【0024】次に動作について説明する。光増幅器2により出力パワーが一定に制御された光パルス信号が光/電気変換器3で電気パルス信号に変換され、増幅回路4により出力パワーを一定に制御した同相、逆相の電気パルス信号となる。続いて、AC結合器5a、5bで直流成分が除去される。次に、オフセット調整回路6から整流器7a、7bのターンオン電圧が印加され、同相電気波形14aと逆相電気波形14bの斜線部が整流器7a、7bで半波整流された信号が得られ、低域通過フィルタ8a、8bで直流電圧に変換される。

【0025】光増幅器2に入力される光パルスが、図2(b)に示す歪みのない場合は、同相フィルタ出力15aの電圧値と、逆相フィルタ出力15bの電圧値は等しくなる。光増幅器2に入力される光波形が図2(a)に示すバルス圧縮の場合、マーク成分が増大するため、同相フィルタ出力15aは、逆相フィルタ出力15bより大きくなる。逆に図2(c)に示すバルス拡張の場合、マーク成分が減少するため、同相フィルタ出力15aは逆相フィルタ出力15bより小さくなる。

【0026】この関係を電圧モニタ10で検出することにより、バルス歪みの状態を検出することができる。さらに、電圧モニタ10で検出した値を分散補償モジュー

ル17にフィードバックし制御することにより、自動分散補償及び非線形光学効果による影響を低減することもできる。本実施の形態によれば、図1の可変電圧回路11による調整を省略できるという効果がある。

【0027】図4は本発明の第3の実施の形態によるバルス歪み検出装置を示すブロック図である。

【0028】本実施の形態によるバルス歪み検出装置は、光増幅器2と光/電気変換器3と増幅回路4とAC結合器5とオフセット調整回路6と整流器7a、7bと低域通過フィルタ8a、8bと反転回路19と電圧比較回路9と電圧モニタ10から構成される。

【0029】次に動作について説明する。光増幅器2で出力パワーが一定に制御された光パルス信号が光/電気変換器3にて電気パルス信号に変換され、増幅回路4で出力パワーを一定に制御した同相電気パルス信号となり、続いてAC結合器5で直流成分が除去される。オフセット調整回路6から整流器7a、7bのターンオン電圧がそれぞれ印加され、同相電気波形14aと逆相電気波形14bの斜線部が整流器7a、7bで半波整流され、それぞれ整流の向きが異なる半波整流された信号が得られ、低域通過フィルタ8a、8bで直流電圧に変換される。整流器7bから出力された信号は反転回路18で反転される。この反転出力と整流器7aの整流出力とが電圧比較回路9で比較される。

【0030】光増幅器2に入力される光波形が図2(b)に示す歪みのない場合、同相フィルタ出力15aの電圧値と、同相フィルタ出力15bの電圧値は等しくなる。増幅器2に入力される光波形が図2(a)に示すバルス圧縮の場合、マーク成分が増大するため、同相フィルタ15aは同相フィルタ出力15bより大きくなる。逆に図2(c)に示すバルス拡張の場合、マーク成分が減少するため、同相フィルタ出力15aは逆相フィルタ出力15bより小さくなる。

【0031】この関係を電圧モニタ10にて検出することにより、バルス歪みを検出することができる。さらに、電圧モニタ10で検出した値を分散補償モジュール18にフィードバックし制御することにより、自動分散補償及び非線形光学効果による影響を低減することもできる。本実施の形態によれば、図1の可変電圧回路11による調整を省略でき、同相電気信号のみで検出可能という効果がある。

【0032】以上に説明した各実施の形態は、光伝送システムにおいて、伝送路の分散補償を行うに際し、伝送路の総分散量と分散補償量とを一致させることが必要であり、そのために、伝送後光波形の歪みの状態がバルス圧縮かバルス拡張かを判別すると共に、電圧比較回路9から判別した状態に応じたレベルの電圧値を得るようにしたものである。

【0033】図5は図1、図3、図4の各実施の形態を概略的に示した図であり、各図と対応する部分には同一

番号を付して重複する説明は省略する。図5において、パルス歪み検知回路18は、各実施の形態におけるAC結合器5、オフセット調整回路6、整流器7、低域通過フィルタ8、電圧比較回路9等を含んで構成されるもので、伝送後波形の歪みの状態がパルス圧縮かパルス拡がりかを判別すると共に、判別した状態に応じたレベルの電圧値を得るものである。

【0034】尚、図1、図3、図4の回路はハードウェア構成としてもよいが、CPUとメモリからなるコンピュータシステムに構成することもできる。コンピュータシステムに構成システムする場合、上記メモリは本発明によるプログラムを記録した記録媒体を構成する。この記録媒体には、前述した動作に基づく処理を実行するためのプログラムが格納される。またこのような記録媒体としては、半導体記憶装置、光ディスク、光磁気ディスク、磁気記録媒体等を用いることができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、伝送後光波形の歪みの状態がパルス圧縮及びパルス拡がりかを判別すると共に、判別した状態に応じたレベルの信号を得るようにしたので、歪みの状態を簡単な構成で容易に検出することができると共に、検出した信号に基づいて入力光信号の利得を制御することにより、歪みの除去された信号を得ることができ、光通信システムの伝送品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態によるパルス歪み検出装置を示すブロック図である。

【図2】伝送後の光波形を示す波形図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態によるパルス歪み検出装置を示すブロック図である。

* 出装置を示すブロック図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態によるパルス歪み検出装置を示すブロック図である。

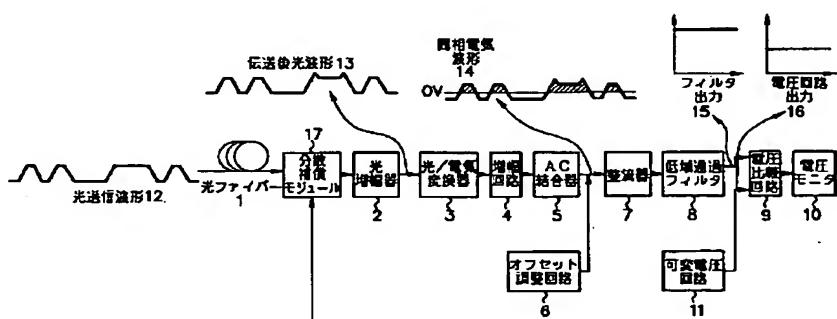
【図5】各実施の形態を概略的に示すブロック図である。

【図6】変調器のチャーブ特性と伝送路分散量による波形歪みを示す波形図である。

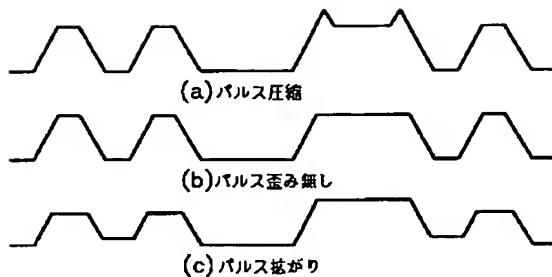
【符号の説明】

1	光ファイバ
10	光増幅器
2	光/電気変換器
11	増幅回路
5	AC結合器
6	オフセット調整回路
7	整流器
8	低域通過フィルタ
9	電圧比較回路
10	電圧モニタ
11	可変電圧回路
20	光送信波形
12	伝送後光波形
13	同相電気波形
14	逆相電気波形
15	フィルタ出力
15a	同相フィルタ出力
15b	逆相フィルタ出力
16	電圧回路出力
17	分散補償モジュール
18	パルス歪み検知回路
19	反転回路

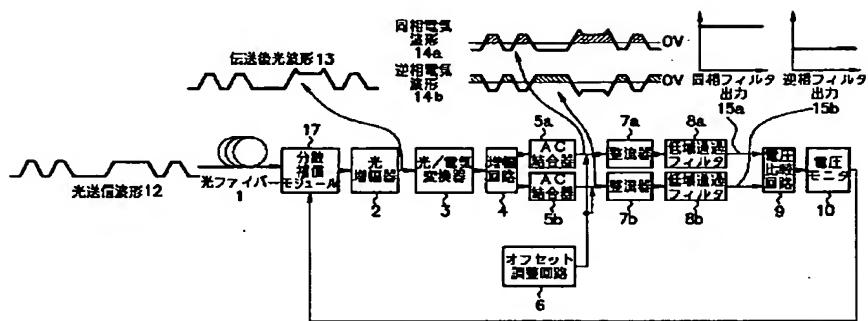
【図1】



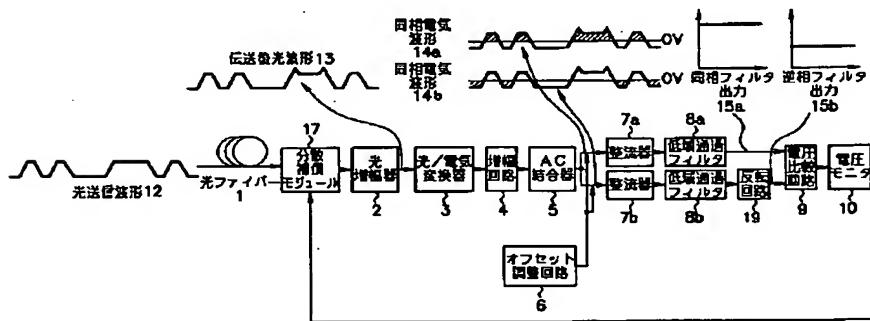
【図2】



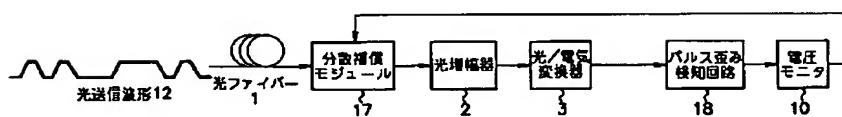
【図3】



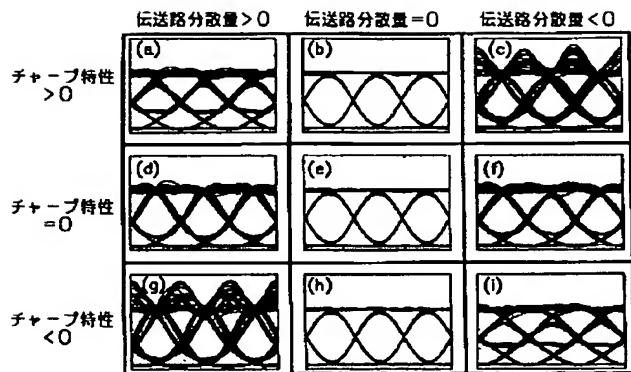
【図4】



【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.